

基于增益控制的音调调节电路解析与调试

魏臣

(广州民航职业技术学院,广东广州 510403)

摘要:音调控制电路具有结构简单、易于搭建等特点,通常作为《模拟电子技术》课程的实验、实训项目的一部分。学生制作完成后由于元件性能、焊接、布线、调试等差异,电路性能差别较大。文章从电路定性分析、电路调试、电路测量等方面入手,为学生介绍音调控制电路制作与调试方法,以期达到较好的电路效果。

关键词:音调调节;增益控制;高频;低频

中图分类号:TN702

文献标识码:A

文章编号:1007-9416(2019)07-0109-02

0 引言

《模拟电子技术》是电子类专业的一门职业核心课程,也是课程体系中的一门基础课程,为后续课程提供理论支撑,但在高职教学中也是学生反馈较难的一门课程。高职院校在教学方式上一般采用任务驱动、项目化教学等方式,教学内容通常着重定性分析,弱化定量计算,在理解基础上再深入研究。本文介绍的音调控制电路是放大器应用的一个典型项目,通过电路定性分析、电路制作、调试、测量,力求以浅显易懂的方式让学生接受电路原理知识、了解模拟信号组成。同时制作出音质、音色较好的音调控制电路,增加教学趣味性、提高学生兴趣。

1 电路原理

声音通过话筒转换为声音电信号,声音电信号中存在高音调、中音调、低音调等不同频率分量的电信号。音调控制电路通过对信号高、低音调幅度的提升或衰减调节,输出比较悦耳的声音。电路由高、低音调控制电路和放大器组成。高、低音调控制电路通过耦合电容对高、低频率的音频信号衰减不同,来形成不同的信号通路。放大器通过负反馈的方式控制噪音、波形失真,通过调节反馈电路来控制信号增益。本文采用电路及参数如图1所示。

在音调控制电路中 $C_{11} = 470 \text{ pF}$,在低频段 C_{11} 容抗为

$X_{C11} = -j \frac{1}{2\pi f C_{11}}$,由于频率 f 、电容容量 C_{11} 均比较小,则 C_{11} 呈现较大容抗,定性分析电路时可近似等效为开路,则低频信号由 R_{10} 、 R_{11} 、 RP_3 、 C_9 、 C_{10} 、 R_{12} 与集成运放组成的负反馈放大电路进行放大,通过电位器 RP_3 向两臂滑动,改变低频信号增益倍数。 RP_3 电位器动臂滑向最左端(最右端)时,电容 C_9 (C_{10})被短路,电路交流通路等效电路如图2所示。

滑臂在最左端时电路增益为 $A_u = -\frac{R_{11} + (RP_3 // C_{10})}{R_{10}}$,其值大于

1,即低频提升;滑臂在最右端时电路增益为 $A_u = -\frac{R_{11}}{R_{10} + (RP_3 // C_9)}$,其值小于1,即低频衰减。即通过 RP_3 滑臂左、右移动,可控制对低频信号(低音)的提升或衰减。

在高频段由于频率 f 较大,则 C_{11} 容抗不可再等效为开路,而此时 C_9 、 C_{10} 容量较大(容抗较小)可定性等效为短路, RP_3 电位器被短路,电路等效为图3(a)所示。

由 R_{10} 、 R_{11} 和 R_{12} 组成的“Y”型电阻网络可变换成“ ∇ ”型网络。则高频信号交流通路可等效为如图3(b)所示,且 $R_a = R_b = R_c$ 。

RP_4 电位器动臂滑向最左端(最右端)时, R_c 、 RP_4 电阻为放大电路的并联支路,对放大信号影响较小可忽略。则电路可化简为图4所示。

滑臂在最左端时电路增益为 $A_u = -\frac{R_b}{R_a // (R_{13} + X_{C11})}$,其值大于

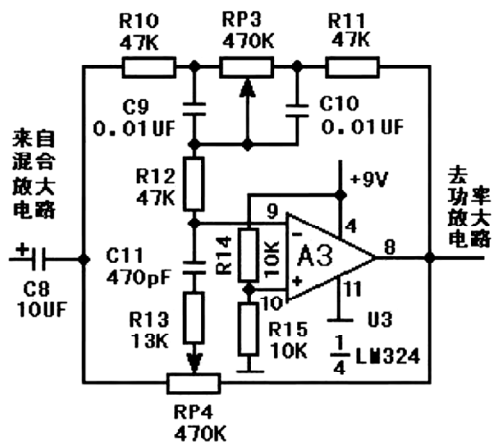


图1 音调控制电路图

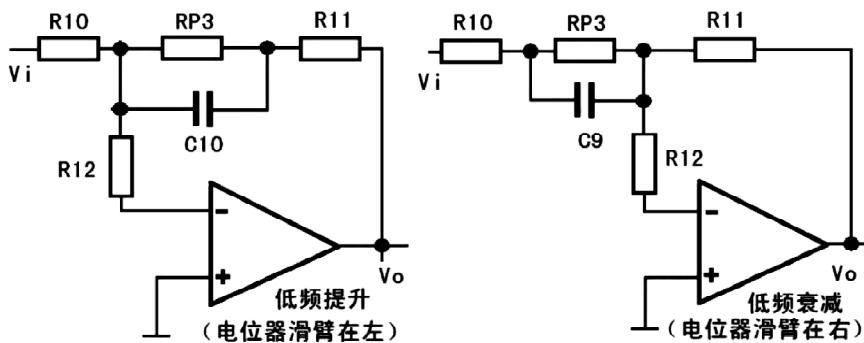


图2 低频信号交流通路等效电路

收稿日期:2019-06-17

作者简介:魏臣(1982—),男,河北衡水人,硕士,讲师,实验师,研究方向:集成电路工程。

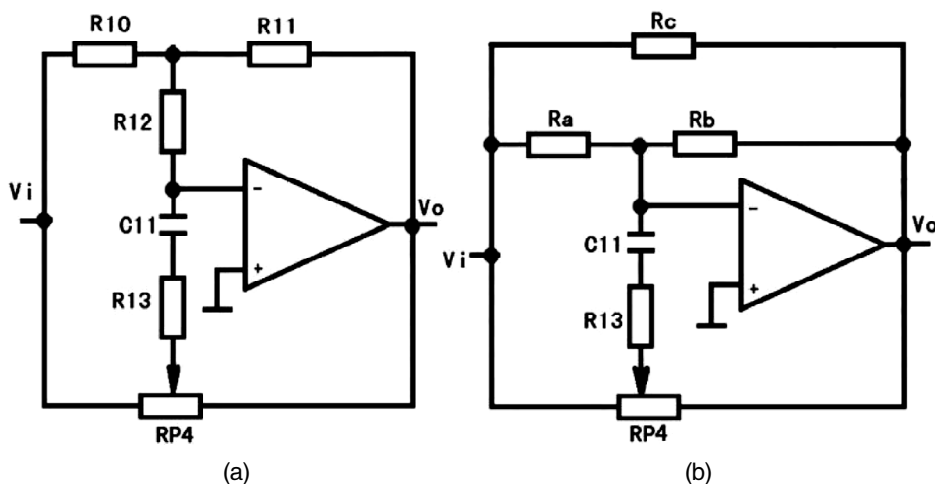


图3 高频信号交流通路等效电路

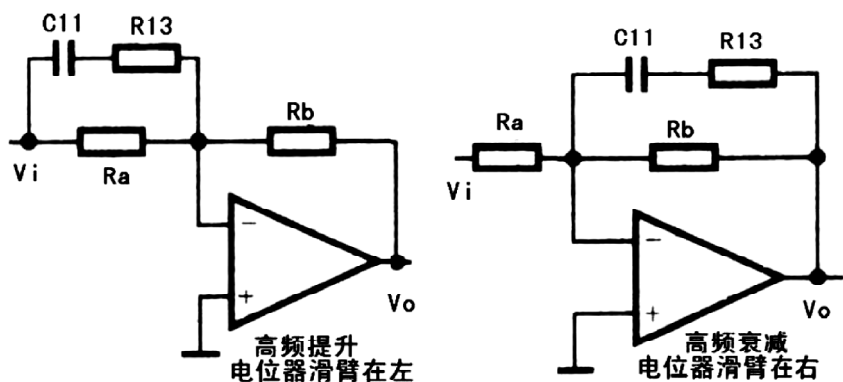


图4 高频信号交流通路化简电路

1, 即高频提升; 滑臂在最右端时电路增益为 $Au = -\frac{R_b // (R_{13} + X_{C11})}{R_a}$, 其值小于1, 即高频衰减。即通过RP4滑臂左、右移动, 可控制对高频信号(高音)的提升或衰减。

2 电路制作

本电路采用LM324芯片作为电路核心元件。LM324芯片内部包括有四个独立的、高增益、内部频率补偿的运算放大器, 音调控制电路使用其中一块运放作为核心, 剩余三块运放可作为电路扩展功能使用。LM324可采用单电源供电(3~32V), 对电源要求不高, 且单位增益带宽为1MHz, 完全满足声音信号的以低增益、平衡高中低频信号幅度为目的的音调控制电路制作要求。其静态工作电流较小, 可采用电池供电制作便携式电路。另外由于其价格低廉, 也是实验、实训项目中大量制作电路的常用芯片。

3 电路调试

电路调试是改善电路性能的、获得悦耳音质的一项重要环节。由于焊接、布线、元件等差异, 学生制作的音调控制电路在测试中存在较大差异。具体电路调试可按以下步骤进行:

(1) 元件管脚、极性、线路按装配电路检测是否正确安装, 元件焊接是否牢固, 用手拨动球型焊点是否存在虚焊、假焊现象。

(2) 静态测量: 1) 检测LM324芯片4脚与11脚之间是否有9V电压。电压为零或电压较小, 需检测芯片电源端、接地端是否可靠连接。2) 检测LM324芯片8、9、10脚是否有4.5V对地电压。如8、9脚电压不为4.5V需检测偏置电阻R14、R15是否阻值正确; 如10脚有0.5V以上电

压偏差, 考虑为运放输入电阻不平衡, 可将R14、R15用可调电阻代替。共同调节R14、R15阻值, 使输出为4.5V。3) 检测静态工作电流。测量+9V电源为LM324芯片提供电流大小, 电流参考值最大为2mA。电流值远大于2mA需考虑LM324芯片故障。

(3) 交流通路测量。1) 将 $V_{rms}=100mV$ 、 $f=1KHZ$ 、正弦信号接入输入端, 利用示波器查看 u_i 、 u_o 波形。输入、输出波形反相, 则交流通路正常。如输入、输出同相(由于输入、输出之间存在电阻通路, 输入、输出同相现象偶有发生), 则LM324芯片未正常工作, 需检查9脚连接线路及外围元件是否正常安装。2) 输入 $V_{rms}=100mV$ 、 $f=200HZ$ 、正弦信号, 调节PR3滑臂, 观测输出、输入信号放大倍数是否变化, 如有变化则低频通路正常; 如无输出信号或输出信号无变化, 需检查低频信号交流通路各元件是否正常连接、RP3是否正常连接。3) 输入 $V_{rms}=100mV$ 、 $f=10KHZ$ 、正弦信号, 调节PR4滑臂, 观测输出、输入信号放大倍数是否变化, 如有变化则高频通路正常; 如无输出信号或输出信号无变化, 需检查高频信号交流通路各元件是否正常连接、RP4是否正常连接。

(4) 效果调试: 将音调控制电路输出端接功放电路、喇叭, 输入端接歌曲信号。分别选取低音明显、高音明显曲目, 反复调节RP3、RP4电位器使听觉效果达到最佳。

4 结语

本文针对音调控制的一个典型电路进行了解析, 并对实际电路板调试过程进行了归纳总结。该电路适合模拟电子技术初学者制

.....下转第112页

“是否完成处理”等等,统一管理平台处的工作人员根据上述可视的结构化信息,快速达到事故现场,进行后续处理。区域化模式可提升针对电力信息通信机房的工作效率和安全性。

2.2 重点设备巡检

重点设备巡检,是指在常规进行范围化全面巡检的基础上,就可能出现事故的设备进行重点分析、检查,该方案的特点在于能够针对机房作业特点,有重点的完成巡检作业。如机房中的常见设备包括信号收发器、传输设备、光纤配线架ODF、数字配线架DDF、一体化开关电源、电池、继电保护装置等等。其中需要巡检的重点环节之一为内部用电安全,在智能巡检技术系统的支持下,应将针对电流的处理作为重点。巡检的过程中,借助在线监控设备实施了解继电保护装置是否处于非闭合状态,并借助传感器,收集周边电力设备的电压、温度和电流信息(电流信息经温度信息转化生成),综合分析机房内继电保护工作状态,评析用电安全。其他环节的工作方式与此相同,借助智能巡检技术系统,以重点巡检结合全面巡检的方式,保证电力信息通信机房工作安全稳定。

2.3 仿真实验

选取某地电力信息通信机房,收集其日常工作信息,代入计算机中生成虚拟实验模型,采用参数调整法,分别设计过电压实验、过电流实验、温度异常实验各30次,观察指标为智能巡检技术系统对

故障的识别率、处理时间。在不考虑电磁干扰的情况下,90次故障实验中,系统能够有效识别88次,两次温度异常实验未能得到辨识。进一步分析表明,因实验所获样本有限,无法涵盖系统工作下的所有温度参数,因此出现误操作,后续工作中,可通过完善数据收集的方式予以应对。88次有效识别中,平均处理(含报警或其他应急处理方式)时间为1.16s,用时较短,可满足电力信息通信机房巡检要求。

3 结语

综上,电力信息通信机房智能巡检技术的运用优势突出,在现有技术条件下也具有理想的可行性。系统拟以集成技术为基础,设计涵盖通信、控制和执行三个模块的工作架构,以降维训练法实现作业智能化。技术的运用方面,包括区域化模式、重点设备巡检两种基本方法。仿真实验证明了智能巡检技术的运用优势,使电力信息通信机房的工作效率和稳定性得到改善,可作为后续工作的参考。

参考文献

- [1] 艾政宇.电力信息通信机房智能巡检技术的应用研究[J].通讯世界,2019,26(06):196-197.
- [2] 孔晓峰,贺燕,钱新建.一种电力信息通信机房智能巡检机器人设计与应用[J].信息系统工程,2019(04):94-95.

Application and Analysis of Intelligent Patrol Inspection Technology in Electric Power Information and Communication Room

GENG Guang

(State Grid Sichuan Electric Power Company Neijiang Power Supply Company, Neijiang Sichuan 641003)

Abstract: This paper designs a patrol system based on Intelligent technology, gives its topological structure and supporting technology, and analyses the application method of the system, launches the analysis on the regional mode and key equipment patrol, and finally combines the simulation experiment to support the above theory. Certificate, service follow-up similar work.

Key words: power information; communication room; intelligent inspection; dimension reduction training method

.....上接第110页

作,在我校学生实践教学中取得了较好的教学效果。但该电路在性能、参数、电路设计等方面还可以进一步改进。

参考文献

- [1] 徐长根,张建超.模拟电子技术实践教程[M].清华大学出版

社,2013.

- [2] 胡快发.音调控制电路的频率特性及设计[J].实验室科学,2007(6):76-78.

- [3] 杨秀华.一款音调控制电路的制作[J].电子制作,2011(4):17-19.

Analysis and Debugging of tone Adjustment Circuit Based on Gain Control

WEI Chen

(Guangzhou Civil Aviation College, Guangzhou Guangdong 510403)

Abstract: The tone control circuit is characterized by its simple structure and easy to set up. It is usually used as part of the experimental and practical training course of the "Analog Electronic Technology". After the circuit is made, because of the differences in component performances, welding, wiring, and debugging, etc., the circuit performance is different. In this paper, Starting from qualitative analysis, circuit debugging, circuit measurement, introduces the method of making and debugging the tone control circuit, in order to achieve better circuit effect.

Key words: tone adjustment; gain control; High audio; Low audio